



JP7208151

Biblio

Page.1

Drawing

espacenet

EXHAUST EMISSION CONTROL DEVICE OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE

Patent Number: JP7208151

Publication date: 1995-08-08

Inventor(s): KATO KENJI; others: 03

Applicant(s): TOYOTA MOTOR CORP

Requested Patent: JP7208151

Application Number: JP19940007744 19940127

Priority Number(s):

IPC Classification: F01N3/18; F01N3/08; F02B77/08; F02D45/00; G01M15/00

EC Classification:

Equivalents: JP2888124B2

Abstract

PURPOSE: To provide an exhaust emission control device of an internal combustion engine which can detect the deterioration of an NOX absorbent accurately depending on the density on the downstream side of the absorbent after reopening the absorption, after the NOX is discharged once.

CONSTITUTION: At an exhaust gas passage 17 on the downstream side of an NOX absorbent 18, an NOX sensor 20 to detect the NOX density in the exhaust gas is provided, and it is decided that the NOX absorbent 18 is deteriorated at the time the output of the NOX sensor 20 is raised to a specific value after finishing the regeneration of the NOX absorbent is preliminary decided given time or less.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-208151

(43)公開日 平成7年(1995)8月8日

(51)IntCl.*	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
F 01 N 3/18	ZAB C			
3/08	ZAB A			
F 02 B 77/08		G		
F 02 D 45/00	3 6 8	Z		
G 01 M 15/00		Z		

審査請求 未請求 請求項の数 8 OL (全 11 頁)

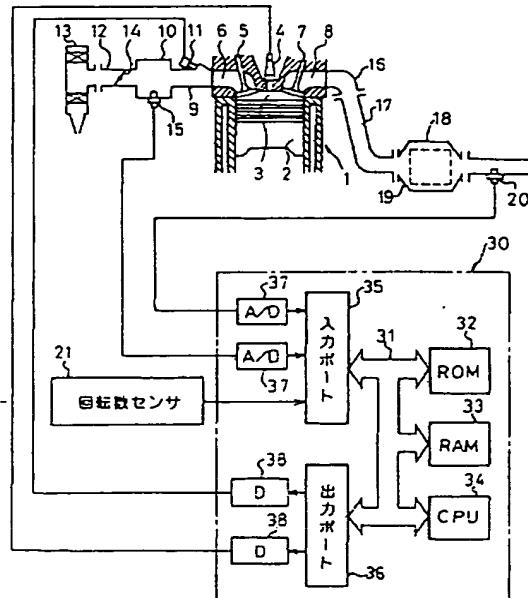
(21)出願番号	特願平6-7744	(71)出願人	000003207 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地
(22)出願日	平成6年(1994)1月27日	(72)発明者	加藤 健治 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		(72)発明者	木原 哲郎 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		(72)発明者	浅沼 孝充 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		(74)代理人	弁理士 石田 敏 (外3名) 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 内燃機関の排気浄化装置

(57)【要約】

【目的】 NO_x 吸収剤の劣化を正確に検出することができる内燃機関の排気浄化装置を提供する。

【構成】 NO_x 吸収剤 18 下流側の排気通路 17 に排気中のNO_x 濃度を検出するNO_x センサ 20 を配置し、NO_x 吸収剤の再生終了後、NO_x センサ 20 の出力が所定値まで上昇するまでの時間が予め定めた所定時間以下の場合にNO_x 吸収剤 18 が劣化したと判定する。



1...内燃機関
17...排気通路
18...NO_x 吸収剤

20...NO_x センサ
30...制御回路

【特許請求の範囲】

【請求項1】 内燃機関の排気通路に配置された、流入する排気空燃比がリーンのときにNO_xを吸収し、流入する排気の酸素濃度が低下したときに吸収したNO_xを放出するNO_x吸収剤と、前記NO_x吸収剤下流側の排気通路に配置され、排気中のNO_x濃度を検出するNO_xセンサと、前記NO_x吸収剤が吸収したNO_xの放出を終了してNO_x吸収を再開した後のNO_x吸収剤下流側NO_x濃度の時間的変化に基づいて、前記NO_x吸収剤の劣化の有無を判定する劣化検出手段とを備えた内燃機関の排気浄化装置。

【請求項2】 前記劣化検出手段は、前記NO_x吸収剤の前記NO_x吸収再開後に前記NO_x濃度が所定値以上になるまでの時間が予め定められた所定時間以下である場合に、前記NO_x吸収剤が劣化したと判定する請求項1に記載の排気浄化装置。

【請求項3】 前記劣化検出手段は、前記NO_x吸収剤下流側のNO_x濃度の増加速度の変化率を検出手段を備え、前記NO_x吸収再開後に前記NO_x濃度が所定値以上で、かつ前記NO_x濃度増加速度の変化率が負になるまでの時間が予め定められた所定時間以下である場合に前記NO_x吸収剤が劣化したと判定する請求項1に記載の排気浄化装置。

【請求項4】 内燃機関の排気通路に配置された、流入する排気空燃比がリーンのときにNO_xを吸収し、流入する排気の酸素濃度が低下したときに吸収したNO_xを放出するNO_x吸収剤と、前記NO_x吸収剤下流側の排気通路に配置され、排気中のNO_x濃度を検出する下流側NO_xセンサと、前記NO_x吸収剤上流側の排気中のNO_x濃度を検出する上流側NO_x濃度検出手段と、前記NO_x吸収剤が吸収したNO_xの放出を終了してNO_x吸収を再開した後のNO_x吸収剤下流側NO_x濃度とNO_x吸収剤上流側NO_x濃度との関係の時間的変化に基づいて、前記NO_x吸収剤の劣化の有無を判定する劣化検出手段とを備えた内燃機関の排気浄化装置。

【請求項5】 前記劣化検出手段は、前記上流側NO_x濃度と前記下流側NO_x濃度との差を演算する手段を備え、前記NO_x吸収再開後に前記NO_x濃度の差が所定値以下になるまでの時間が予め定められた所定時間以下である場合に前記NO_x吸収剤が劣化したと判定する請求項4に記載の排気浄化装置。

【請求項6】 前記劣化検出手段は、前記下流側NO_x濃度と前記上流側NO_x濃度との比を演算する手段を備え、前記NO_x吸収再開後に前記NO_x濃度の比が所定値以上になるまでの時間が予め定められた所定時間以下である場合に前記NO_x吸収剤が劣化したと判定する請求項4に記載の排気浄化装置。

【請求項7】 前記上流側NO_x濃度検出手段は、前記

NO_x吸収剤上流側の排気通路に設けられたNO_xセンサからなる請求項4から6のいずれか1項に記載の排気浄化装置。

【請求項8】 前記上流側NO_x濃度検出手段は、前記機関の運転状態を検出手段と、検出された運転状態に基づいて、予め定められた関係から上流側NO_x濃度を演算する手段とを備えた請求項4から6のいずれか1項に記載の排気浄化装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、流入する排気の空燃比がリーンのときに排気中のNO_xを吸収し、排気酸素濃度が低下したときに吸収したNO_xを放出するNO_x吸収剤を用いた内燃機関の排気浄化装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 この種のNO_x吸収剤を用いた内燃機関の排気浄化装置としては、国際公開公報第WO93-7363号に記載されたものがある。上記の排気浄化装置では、流入する排気の空燃比がリーンのときに排気中のNO_xを吸収し、流入する排気中の酸素濃度が低下したときに吸収したNO_xを放出するNO_x吸収剤を内燃機関の排気通路に配置し、通常は内燃機関をリーン空燃比で運転して上記NO_x吸収剤に排気中のNO_xを吸収させる。また、NO_x吸収剤のNO_x吸収量が増大するとNO_x吸収剤のNO_x吸収能力が低下するため、リーン空燃比運転が一定の時間続き、NO_x吸収剤の吸収したNO_x量が増大した場合には、内燃機関の運転空燃比を短時間リーン空燃比からリッチ又は理論空燃比に切り換えて排気中の酸素濃度を低下させ、NO_x吸収剤から吸収したNO_xを放出させるとともに、この放出されたNO_xを排気中の未燃H_C、CO等の成分により還元浄化するようしている(本明細書では、上記NO_x吸収剤からのNO_xの放出と還元、浄化の操作を、「NO_x吸収剤の再生」と呼ぶ)。このように一定時間毎にNO_x吸収剤の再生を行うことにより、NO_x吸収剤のNO_x吸収能力が回復してNO_xの浄化能力が高く維持される。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 上記のように、NO_x吸収剤は排気空燃比に応じて流入する排気中のNO_xの吸収と放出、還元を行って、排気中のNO_xを浄化する。しかし、上記のNO_x吸収剤は排気通路に配置され高温の排気に曝される等過酷な条件で使用されるため使用中に劣化が生じる場合がある。例えば、後述するようにNO_x吸収剤中の触媒(白金Pt等)の劣化や、吸収材(例えば酸化バリウムBaO等)の硫黄被毒や熱劣化などによりNO_x吸収剤に劣化を生じると、NO_x吸収剤の浄化能力が低下するため、排気中のNO_xが浄化

されないまま大気に放出されるようになる。このため、 NO_x 吸收剤の劣化の有無を判定して劣化した NO_x 吸收剤を早期に交換、被毒回復等の処置をとることが必要とされる。

【0004】ところで、 NO_x 吸收剤と同様に排気通路に配置され、同様に排気の浄化を行うものとしては従来より三元触媒が知られている。また、三元触媒も、使用中に同様に劣化するため三元触媒の劣化の検出方法が種々考案されている。これらの劣化検出方法は三元触媒の O_2 ストレージ作用の低下を検出することにより触媒の劣化を判定している（例えば、特開平3-331810号参照）。

【0005】ところが、 NO_x 吸收剤は三元触媒とは NO_x の浄化のメカニズムが異なり、また三元触媒のような O_2 ストレージ効果を有していないため、三元触媒の劣化検出と同様な方法では NO_x 吸收剤の劣化を検出することはできず、正確に NO_x 吸收剤の劣化を検出することは困難であった。本発明は、上記問題に鑑み NO_x 吸收剤の劣化の有無を正確に判定することが可能な手段を提供することを目的としている。

【0006】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の本発明によれば、内燃機関の排気通路に配置された、流入する排気空燃比がリーンのときに NO_x を吸収し、流入する排気の酸素濃度が低下したときに吸収した NO_x を放出する NO_x 吸收剤と、前記 NO_x 吸收剤下流側の排気通路に配置され、排気中の NO_x 濃度を検出する NO_x センサと、前記 NO_x 吸收剤が吸収した NO_x の放出を終了して NO_x 吸収を再開した後の、 NO_x 吸收剤下流側 NO_x 濃度の時間的変化に基づいて前記 NO_x 吸收剤の劣化の有無を判定する劣化検出手段とを備えた内燃機関の排気浄化装置が提供される。

【0007】また、請求項2に記載の本発明によれば、前記劣化検出手段は、前記 NO_x 吸收剤の NO_x 吸収再開後に前記 NO_x 濃度が所定値以上になるまでの時間が予め定められた所定時間以下である場合に、前記 NO_x 吸收剤が劣化したと判定する。また、請求項3に記載の本発明によれば、請求項1の前記劣化検出手段は、前記 NO_x 吸收剤下流側の NO_x 濃度増加速度の変化率を検出する手段を備え、前記 NO_x 吸收剤再開後に前記 NO_x 濃度が所定値以上で、かつ前記 NO_x 濃度の増加速度変化率が負になるまでの時間が予め定められた所定時間以下である場合に前記 NO_x 吸收剤が劣化したと判定する。

【0008】また、請求項4に記載の本発明によれば、内燃機関の排気通路に配置された、流入する排気空燃比がリーンのときに NO_x を吸収し、流入する排気の酸素濃度が低下したときに吸収した NO_x を放出する NO_x 吸收剤と、前記 NO_x 吸收剤下流側の排気通路に配置され、排気中の NO_x 濃度を検出する下流側 NO_x センサ

と、前記 NO_x 吸收剤上流側の排気中の NO_x 濃度を検出する上流側 NO_x 濃度検出手段と、前記 NO_x 吸收剤が吸収した NO_x の放出を終了して NO_x 吸収を再開した後の、 NO_x 吸收剤下流側 NO_x 濃度と NO_x 吸收剤上流側 NO_x 濃度との関係の時間的变化に基づいて前記 NO_x 吸收剤の劣化の有無を判定する劣化検出手段とを備えた内燃機関の排気浄化装置が提供される。

【0009】さらに、請求項5に記載の本発明では、請求項4の前記劣化検出手段は、前記上流側 NO_x 濃度と前記下流側 NO_x 濃度との差を演算する手段を備え、前記 NO_x 吸收再開後に前記 NO_x 濃度の差が所定値以下になるまでの時間が予め定められた所定時間以下である場合に前記 NO_x 吸收剤が劣化したと判定する。また、請求項6に記載の本発明では、請求項4の前記劣化検出手段は、前記下流側 NO_x 濃度と前記上流側 NO_x 濃度との比を演算する手段を備え、前記 NO_x 吸收再開後に前記 NO_x 濃度の比が所定値以上になるまでの時間が予め定められた所定時間以下である場合に前記 NO_x 吸收剤が劣化したと判定する。

【0010】また、請求項7に記載の本発明では、請求項4から6のいずれかに記載した排気浄化装置において、前記上流側 NO_x 濃度検出手段は、前記 NO_x 吸收剤上流側の排気通路に設けられた NO_x センサからなっている。さらに、請求項8に記載の本発明では、請求項4から6のいずれかに記載した排気浄化装置において、前記上流側 NO_x 濃度検出手段は、前記機関の運転状態を検出する手段と、検出された運転状態に基づいて、予め定められた関係から上流側 NO_x 濃度を演算する手段とを備えている。

【0011】

【作用】以下、図1を用いて本発明の作用を説明する。図1(A)から(C)において、各図の横軸は時間を示し、図1(A)は内燃機関の空燃比の変化を、図1(B)は NO_x 吸收剤に流入する排気(NO_x 吸收剤上流側排気)中の NO_x 濃度を、図1(C)は NO_x 吸收剤を通過した排気(NO_x 吸收剤下流側排気)中の NO_x 濃度をそれぞれ示している。

【0012】図1は、前述の国際公開公報第WO93-7363号に記載された排気浄化装置と同様の NO_x 吸收剤再生操作を行う場合を示し、通常時はリーン空燃比(例えば空燃比2.3程度)の運転を行い、一定期間毎に短時間機関空燃比をリッチに切換えて NO_x 吸收剤の再生を行う(図1(A)参照)。また、図1は説明のため、運転条件が一定に保たれた場合について示している。

【0013】このように空燃比を変化させた場合、図1(B)に示すように、 NO_x 吸收剤上流側の排気 NO_x 濃度は機関空燃比がリッチに切換えられた時(図1区間I)に短時間増大するが、リーン空燃比運転が行われている期間では略一定の値になる。また、図1(C)は上記のように機関空燃比を変化させた場合の NO_x 吸收剤下

流側の排気 NO_x 濃度変化の NO_x 吸収剤の劣化の有無による相違を示しており、図1(C)の実線は NO_x 吸収剤が正常な場合を、点線は NO_x 吸収剤が劣化した場合をそれぞれ示している。

【0014】 NO_x 吸収剤は後述するメカニズムにより排気空燃比がリーンのときに排気中の NO_x を吸収し、排気空燃比がリッチ（排気酸素濃度が低下）したときに吸収した NO_x を放出する。また、 NO_x 吸収剤の再生（図1区間II）終了後は NO_x 吸収剤に吸収された NO_x が放出されたために NO_x 吸収剤の NO_x 吸收能力は高くなっているが、 NO_x 吸収剤に流入する排気中の NO_x の殆どが NO_x 吸収剤に吸収されて下流側排気の NO_x 濃度（図1(C)）は上流側（図1(B)）に較べて大幅に低くなる。

【0015】しかし、 NO_x 吸収剤中に吸収された NO_x 量が増大して NO_x 吸収剤の吸收可能な最大 NO_x 量（飽和量）に近づくにつれて NO_x 吸収剤の NO_x 吸收能力が低下するため、流入する排気中の NO_x のうち NO_x 吸収剤に吸収されずに下流側に流出する NO_x 量が増大し、再生終了後ある程度の時間が経過すると下流側排気中の NO_x 濃度は上昇を始め、上流側排気中の NO_x 濃度に漸近するようになる。

【0016】ところが、 NO_x 吸収剤が劣化すると、 NO_x 吸収剤の飽和量が低下していくため、 NO_x 吸収剤が正常な場合に較べて少ない NO_x 吸收量で NO_x 吸収剤の吸收能力が低下するようになる。このため、 NO_x 吸収剤劣化時（図1(C)点線）には、正常時（図1(C)実線）に較べて再生終了後に下流側排気中の NO_x 濃度が増大するまでの時間が短くなる。

【0017】本発明は、この NO_x 吸収剤の劣化の有無による下流側排気中の NO_x 濃度の時間的変化の相違を検出することにより、 NO_x 吸収剤の劣化の判定を行うものである。すなわち、本発明では、劣化検出手段により NO_x 吸収剤下流側に NO_x センサを配置して、 NO_x 吸収剤再生（区間II）終了後の NO_x 濃度の変化を監視し、下流側排気の NO_x 濃度変化が図1(C)の点線のような変化を示した場合に NO_x 吸収剤が劣化したと判断する。

【0018】また、上記のように下流側排気中の NO_x 濃度変化が図1(C)に点線で示したような状態になったことを客観的に判断するため、劣化検出手段は、例えば NO_x 吸収剤の再生（区間II）終了後、 NO_x 吸収剤下流側排気中の NO_x 濃度が所定値（図1(C)の N_1 ）に達するまでの時間 t_1 （図1(C)）、または再生終了後、下流側 NO_x 濃度の増加速度の変曲点（図1(C)のA点）に到達するまでの時間 t_2 （図1(C)）を NO_x 吸収剤劣化を表すパラメータとして用いて、 t_1 または t_2 が予め定めた所定の基準時間以下になった時に NO_x 吸収剤が劣化したと判断する。

【0019】また、運転条件の変化等により NO_x 吸収剤に流入する排気中の NO_x 濃度が変化すると、 NO_x 吸収剤の状態が同一であっても下流側の排気中の NO_x 濃度は変動する。このため、 NO_x 吸収剤下流側排気の NO_x 濃度の変化だけでなく、上流側排気の NO_x 濃度の変化を考慮することにより更に正確に NO_x 吸収剤の劣化を判定することができる。

【0020】請求項4から8に記載の本発明では、下流側 NO_x センサに加えて NO_x 吸収剤上流側排気中の NO_x 濃度を検出する手段を設け、再生終了後の NO_x 吸収剤の下流側 NO_x 濃度と上流側 NO_x 濃度との関係の時間的変化に基づいて NO_x 吸収剤の劣化を検出する。すなわち、 NO_x 吸収剤の吸收能力は、流入する排気中の NO_x のうちどれだけの NO_x を吸収できるかで表されるため、再生後の上流側 NO_x 濃度と下流側 NO_x 濃度との関係の時間的変化から NO_x 吸収剤の吸收能力を求め、 NO_x 吸収剤の吸收能力が一定の値より低下するまでの時間により NO_x 吸収剤の劣化の有無を検出するようしている。

【0021】例えば、上流側排気中の NO_x 濃度と下流側排気中の NO_x 濃度との差が所定値以下になるまでの時間、または下流側排気中の NO_x 濃度と上流側排気中の NO_x 濃度との比が所定値以上になるまでの時間を NO_x 吸収剤の劣化を表すパラメータとして用いて、この時間が予め定めた基準時間以下になったときに NO_x 吸収剤が劣化したと判断される。

【0022】また、 NO_x 吸収剤上流側排気中の NO_x 濃度は、すなわち機関から排出される排気の NO_x 濃度であるため機関の回転数、負荷等の機関運転条件に依存する。このため、 NO_x 吸収剤上流側排気中の NO_x 濃度を、 NO_x 吸収剤上流側排気通路に NO_x センサを設けて直接検出する他、予め実測などにより機関の各運転条件における排気中の NO_x 濃度を求めておき、機関の運転条件から間接的に求めることができる。

【0023】

【実施例】以下添付図面を用いて本発明の実施例について説明する。図2は本発明の排気浄化装置を適用した内燃機関の全体図である。図2において1はリーン空燃比の燃焼を行うガソリンエンジン等の内燃機関、3は機関1の燃焼室、6は機関の吸気ポート、8は排気ポートを示す。各吸気ポート6は吸気管9を介してサージタンク10に接続されるとともに、各管9にはそれぞれの吸気ポート6に燃料を噴射する燃料噴射弁11が配置されている。

【0024】また、サージタンク10は吸気通路12を介してエアクリーナ13に接続され、吸気通路12内には運転者のアクセルペダル（図示せず）の操作に応じた開度をとるスロットル弁14が配置されている。また、サージタンク10にはサージタンク10内の絶対圧力に比例した出力電圧を発生する吸気圧センサ15が設けら

れている。

【0025】一方、機関1の排気ポート8は排気マニホールド16を介して排気通路17に接続されており、排気通路17には後述するNO_x吸収剤18を内蔵したケーシング19が接続されている。また、図2に20で示すのは、NO_x吸収剤18の下流側の排気通路に設けられた、排気中のNO_x濃度を検出するNO_xセンサである。

【0026】図2に30で示すのは、機関1の電子制御回路である。電子制御回路30はROM(リードオンリーメモリ)32、RAM(ランダムアクセスメモリ)33、CPU(マイクロプロセッサ)34、入力ポート35、出力ポート36をそれぞれ双方向性バス31で接続した、公知の構成のデジタルコンピュータからなり、機関1の燃料噴射量制御、点火時期制御等の機関の基本制御を行うほか、本実施例ではNO_x吸収剤18の劣化を検出する劣化検出手段としての役割を果たしている。

【0027】上記目的のため、制御回路30の入力ポート35には、吸気圧センサ15からの吸気圧力に応じた電圧信号と、NO_xセンサ20からNO_x吸収剤下流側排気中のNO_x濃度を表す電圧信号がそれぞれAD変換器37を介して入力されている他、機関のディストリビュータ(図示せず)に設けられた機関回転数センサ21から機関回転数を表すパルス信号が入力されている。

【0028】また、制御回路30の出力ポート36は、それぞれ対応する駆動回路38を介して燃料噴射弁11と点火プラグ4とに接続され、燃料噴射弁11からの燃料噴射と機関の点火時期とを制御している。ケーシング19に内蔵されたNO_x吸収剤18は、例えばアルミニナ等の担体を使用し、この担体上に例えばカリウムK、ナトリウムNa、リチウムLi、セシウムCsのようなアルカリ金属、バリウムBa、カルシウムCaのようなアルカリ土類、ラントンLa、イットリウムYのような希土類から選ばれた少なくとも一つと、白金Ptのような貴金属とが担持された構成とされる。このNO_x吸収剤18は流入する排気の空燃比がリーンの場合にはNO_xを吸収し、酸素濃度が低下するとNO_xを放出するNO_xの吸放出作用を行う。

【0029】なお、上述の排気空燃比とは、ここではNO_x吸収剤18の上流側の排気通路や機関燃焼室、吸気通路等にそれぞれ供給された空気量の合計と燃料の合計との比を意味するものとする。従って、NO_x吸収剤18の上流側排気通路に燃料または空気が供給されない場合には、排気空燃比は機関の空燃比(機関燃焼室内の燃焼における空燃比)と等しくなる。

【0030】本実施例ではリーン空燃比の燃焼を行う機関が使用されているため、通常運転時の排気空燃比はリーンであり、NO_x吸収剤18は排気中のNO_xの吸収を行う。また、機関の空燃比がリーン空燃比からリッチ又は理論空燃比に切り換えられて排気中の酸素濃度が低

下すると、NO_x吸収剤18は吸収したNO_xの放出を行う。

【0031】この吸放出作用の詳細なメカニズムについては明らかでない部分もある。しかし、この吸放出作用は図3に示すようなメカニズムで行われているものと考えられる。次にこのメカニズムについて担体上に白金PtおよびバリウムBaを担持させた場合を例にとって説明するが、他の貴金属、アルカリ金属、アルカリ土類、希土類を用いても同様なメカニズムとなる。

【0032】すなわち、流入排気がかなりリーンになると流入排気中の酸素濃度が大巾に増大し、図3(A)に示されるようにこれら酸素O₂がO₂⁻またはO²⁻の形で白金Ptの表面に付着する。一方、機関からはNO_xは大部分がNOの形で排出されるが、NO_x吸収剤に流入する排気中のNOは白金Ptの表面上でこのO₂⁻またはO²⁻と反応し、NO₂となる(2NO+O₂→2NO₂)。次いで生成されたNO₂の一部は白金Pt上で酸化されつつ吸収剤内に吸収されて酸化バリウムBaOと結合しながら、図3(A)に示されるように硝酸イオンNO₃⁻の形で吸収剤内に拡散する。このようにしてNO_xがNO_x吸収剤18内に吸収される。

【0033】従って、流入排気中の酸素濃度が高い限り白金Ptの表面でNO₂が生成され、吸収剤のNO_x吸収能力が飽和しない限りNO₃⁻が吸収剤内に吸収されて硝酸イオンNO₃⁻が生成される。これに対して機関1の空燃比がリッチ又は理論空燃比に切り換えられると、流入排気中の酸素濃度が低下してNO₂の生成量が減少する。これにより反応は逆方向(NO₃⁻→NO₂)に進み、吸収剤内の硝酸イオンNO₃⁻がNO₂の形で吸収剤から放出される。

【0034】一方、流入排気中に未燃HC、CO等の成分が存在すると、これらの成分は白金Pt上の酸素O₂⁻またはO²⁻と反応して酸化され、白金Pt上の酸素を消費する。また、NO_x吸収剤18から放出されたNO₂は図3(B)に示すようにHC、COと反応して還元される。このようにして白金Ptの表面上にNO₂が存在しなくなると吸収剤から次から次へとNO₂が放出される。

【0035】すなわち、流入排気中のHC、COは、まず白金Pt上のO₂⁻またはO²⁻とただちに反応して酸化され、次いで白金Pt上のO₂⁻またはO²⁻が消費されてもまだHC、COが残っていればこのHC、COによって吸収剤から放出されたNO_x、および排気とともに流入するNO_xが還元される。本実施例では、制御回路30は前述の国際公開公報第WO93-7363号と同様に、リーン空燃比運転が一定期間継続してNO_x吸収剤18のNO_x吸収量が増大したときに燃料噴射量を增量して、短時間機関空燃比をリッチ空燃比に切り換えることにより排気中の酸素濃度を低下させるとともに排気中の未燃HC、CO成分を増加させて上記NO_x吸収

剤からのNO_xの放出と還元浄化を行っている。

【0036】ところが、NO_x吸収剤が種々の原因で劣化すると上記のNO_xの吸放作用が低下するため、浄化されずにNO_x吸収剤下流側に流出するNO_x量が増大するようになる。NO_x吸収剤の劣化は、上記白金Pt等の触媒作用の低下と、吸収剤BaO等のNO_x吸収容量の低下により生じる。例えば、白金Ptの触媒作用の低下は熱劣化などにより生じ、触媒作用が低下すると流入する排気中のNOの酸化反応(2NO+O₂→2NO₂)が低下してNO₂が生成されなくなる。この場合、NOはそのままでは吸収剤BaOに吸収されないため、NO_x吸収剤をそのまま通過して下流側に流出する。このため、白金Ptが劣化すると正常な場合に較べてNO_x吸収剤下流側排気中のNO濃度が増大することになる。

【0037】また、吸収剤BaOの吸収容量の低下は例えば熱劣化、硫黄被毒などにより生じる。例えば、機関排気中には微量の硫黄酸化物(SO_x)が含まれるが、排気中のSO_xは上述のNO_xの吸収と同じメカニズムでNO_x吸収剤に吸収されるため、NO_x吸収剤に吸収されたSO_xによりNO_x吸収剤の硫黄被毒が生じる場合がある。すなわち、排気空燃比がリーンのとき排気中のSO_x(例えばSO₂)は白金Pt上で酸化されてSO₃⁻、SO₄⁻となり、酸化バリウムBaOと結合してBaSO₄を形成する。ところが、BaSO₄は比較的安定であり、また、結晶が粗大化しやすいため一旦生成されると分解放出されにくい。このため、吸収されたSO_xは通常のNO_x吸収剤の再生操作では放出されず、NO_x吸収剤内に蓄積される傾向がある。このようにNO_x吸収剤中のBaSO₄の生成量が増大するとNO_xの吸収に関与できるBaOの量が減少してしまい、NO_xの吸収容量が低下してしまう、いわゆる硫黄被毒(またはSO_x被毒)が生じるのである。また、NO_x吸収剤を長時間使用して高温により吸収剤BaO自体が劣化したような場合にも上記の硫黄被毒と同様に吸収容量が低下する場合がある。

【0038】このようにNO_x吸収剤のNO_x吸収容量が低下したような場合、白金Ptが正常であれば流入する排気中のNOの酸化反応(2NO+O₂→2NO₂)は正常に行われるものの、NO_x吸収剤がすぐにNO_xで飽和てしまい、生成したNO₂を吸収できなくなるため白金Pt上で生成したNO₂は吸収剤に吸収されないまま下流側に流出するようになり、この場合もNO_x吸収剤下流側排気中のNO₂濃度が増大するようになる。

【0039】従って、NO_x吸収剤が劣化するといずれの場合も再生終了後短時間でNO_x吸収剤下流側排気中のNO_x(NOまたはNO₂)が増大するようになるため、前述のように再生終了後のNO_x吸収剤下流側での排気NO_x濃度の変化を監視することによりNO_x吸収

剤の劣化を検出することができる。本実施例では、NO_x吸収剤18下流側排気通路に設けたNO_xセンサ20により下流側排気中のNO_x濃度を監視し、NO_x吸収剤18の劣化の有無を判定している。

【0040】排気中のNO_x成分濃度を検出するNO_xセンサとしては種々のタイプがあるが、本実施例では、排気中のNO_x成分濃度をリアルタイムで検出しNO_x成分濃度に応じた電気信号を発生することが可能なタイプのNO_xセンサであれば使用することができる。この種のNO_xセンサとしては、例えばチタニア(酸化チタン)を主成分とするN型酸化物半導体セラミックスを検出素子として用いたセンサがある。この半導体型センサは、排気中のNO_x(NOまたはNO₂)がセンサ表面に吸着される際に素子セラミックス中の電子を捕捉することにより生じる電気抵抗値の変化から排気中のNO_x濃度を検出するタイプのものである。次に、上記NO_xセンサ20の出力を用いたNO_x吸収剤18の劣化判定操作について説明する。

【0041】図4は制御回路30により一定時間毎に実行されるNO_x吸収剤劣化判定ルーチンのフローチャートの一例を示す。前述のように、NO_x吸収剤が劣化するとNO_x吸収剤再生終了後短時間で下流側排気のNO_x濃度が増大するようになる。本実施例では、再生終了後下流側排気のNO_x濃度が一定レベルに上昇するまでの時間によりNO_x吸収剤の劣化の有無を判定している。

【0042】図4においてルーチンがスタートすると、ステップ401では現在NO_x吸収剤18の再生操作が実行中か否かが判定され、再生操作が実行中であればステップ403に進みカウンタCをクリアしてルーチンを終了する。また、ステップ401で再生操作実行中でない場合にはステップ405に進みカウンタCの値をプラス1カウントアップする。本ルーチンは一定時間間隔で実行されるため、これによりカウンタCの値は、NO_x吸収剤18の再生操作終了時からの経過時間に対応した値となる。

【0043】次いで、ステップ407ではNO_xセンサ20からNO_x吸収剤18下流側排気のNO_x濃度NRが読み込まれ、ステップ409では上記NO_x濃度NRが所定値N₁(図1(C)参照)以上であるか否かが判定され、NR<N₁の場合はそのままルーチンを終了する。また、ステップ409でNR≥N₁の場合には、さらにステップ411でカウンタCの値が所定値C₁以下か否かが判定される。

【0044】ステップ411でC≤C₁の場合には、NO_x吸収剤再生終了後短時間で下流側NO_x濃度がN₁まで上昇しており、NO_x吸収剤が劣化したと考えられるため、ステップ413に進みアラームフラグALMの値を1にセットしてルーチンを終了する。また、ステップ411でC>C₁の場合には下流側NO_x濃度の上昇

が遅く、 NO_x 吸収剤は正常に機能していると考えられるため、アラームフラグ A L M の値はそのままにしてルーチンを終了する。

【0045】なお、アラームフラグ A L M の値が 1 にセットされると、別途制御回路 30 により実行される図示しないルーチンにより、例えば警報が作動され運転者に NO_x 吸収剤の劣化が報知される。また、図 2 には図示していないが、制御回路 30 にメインスイッチを切っても記憶保持可能なバックアップ RAM を設け、点検、修理のためにこのバックアップ RAM にフラグ A L M の値を記憶するようにしても良い。なお、上記所定値 N_1 及び C_1 の値は、 NO_x 吸収剤の種類、サイズ等により異なってくるため、実験等により決定することが好ましい。

【0046】図 5 は NO_x 吸収剤の劣化判定ルーチンの別の実施例を示す。本ルーチンも制御回路 30 により一定時間毎に実行される。図 4 の実施例では、 NO_x 吸収剤再生終了後に下流側 NO_x 濃度が所定値 N_1 に上昇するまでの時間により劣化の有無を判定していたが、本実施例では NO_x 吸収剤再生終了後の下流側 NO_x 濃度の増加曲線が変曲点に到達するまでの時間を検出することにより NO_x 吸収剤の劣化を判定している。

【0047】図 1 (C) に示したように、再生終了後の NO_x 吸収剤下流側の NO_x 濃度は、ある時点から上昇を始め、 NO_x 吸収剤の NO_x 吸収量が飽和に近づくにつれて一定値に漸近するようになる。このため、再生終了後の下流側 NO_x 濃度の増大速度は最初は大きく、次いで小さくなるため下流側 NO_x 濃度の変化曲線には変曲点（図 1 (C) の A 点）が存在する。そこで、本実施例では再生終了後、下流側 NO_x 濃度の増大速度が負になって、且つ下流側 NO_x 濃度が所定値以上である状態が生じるまでの時間により、 NO_x 吸収剤 18 の劣化の有無を判定している。

【0048】図 5において、ルーチンがスタートすると、ステップ 501 から 505 では、図 4、ステップ 401 から 403 と同様にカウンタ C の操作が行われる。また、ステップ 507 から 513 では、下流側 NO_x 濃度の増大速度の変化率が演算される。すなわち、ステップ 507 では NO_x センサ 20 から NO_x 濃度 N_R が読み込まれ、ステップ 509 では前回ルーチン実行時の NO_x 濃度 $N_{R_{i-1}}$ を用いて、 NO_x 濃度の増大速度 DNR が、 $DNR = N_R - N_{R_{i-1}}$ として計算される。

【0049】また、ステップ 509 では、ステップ 507 で算出した増大速度 DNR と、前回ルーチン実行時の増大速度 DNR_{i-1} を用いて、 NO_x 濃度増大速度の変化率 $D2NR$ が、 $D2NR = DNR - DNR_{i-1}$ として計算され、ステップ 513 では、次のルーチン実行に備えて $N_{R_{i-1}}$ と DNR_{i-1} の値が更新される。次いで、ステップ 515 から 519 では、 NO_x 濃度 N_R と上記により計算した $D2NR$ との値から NO_x 吸収剤 18 の劣化の有無が判定される。すなわち、 $D2NR$ がゼロまたは負（ステップ 515）、 N_R が所定値 N_1 以上（ステップ 517）となったときに再生終了からの経過時間が C_1 以下の場合に NO_x 吸収剤 18 が劣化したと判定され、ステップ 521 でアラームフラグ A L M がセット（= 1）される。他の操作は図 4 と同様であるのでここでは説明を省略する。

【0050】ところで、上記実施例では、 NO_x 吸収剤再生終了後の下流側 NO_x 濃度変化のみに基づいて NO_x 吸収剤の劣化の有無を検出していたが、 NO_x 吸収剤下流側の NO_x 濃度は、 NO_x 吸収剤の劣化の状態が同じであっても、 NO_x 吸収剤流入する排気の NO_x 濃度が変化すれば、それに応じて変動する。すなわち、機関運転条件の変化などにより、 NO_x 吸収剤流入する排気の NO_x 濃度が増減すれば下流側の NO_x 濃度もそれに応じて増減することになる。このため、下流側の NO_x 濃度のみに基づいて NO_x 吸収剤の劣化の有無を判定したのではなく、機関運転条件の変化などにより誤判断を生じるおそれがある。そこで、以下に説明する実施例では、下流側 NO_x 濃度に加えて NO_x 吸収剤上流側 NO_x 濃度をも検出し、これらの NO_x 濃度の関係の変化に基づいて NO_x 吸収剤の劣化の有無を判定している。

【0051】図 6 は、 NO_x 吸収剤の上流側と下流側の NO_x 濃度に基づく NO_x 吸収剤劣化判定を行う排気浄化装置の構成の一例を示す、図 2 と同様な図である。図 6において、図 2 と同様な要素は同一の参照符号で示している。図 6 の実施例では、 NO_x 吸収剤 18 の上流側の排気通路に、下流側の NO_x センサ 20 と同様な NO_x センサ 25 が設けられている点が図 2 の実施例と相違している。また、図 7 は図 6 の排気浄化装置の NO_x 吸収剤劣化判定ルーチンの一例を示す。本ルーチンは制御回路 30 により一定時間毎に実行される。

【0052】図 7 のルーチンでは、再生終了後の NO_x 吸収剤上流側 NO_x 濃度と下流側 NO_x 濃度との差が所定値以下になるまでの時間に基づいて NO_x 吸収剤 18 の劣化の有無を判定する。 NO_x 吸収剤の上流側 NO_x 濃度と下流側 NO_x 濃度との差は、すなわち NO_x 吸収剤に実際に吸収された NO_x 量を表すため NO_x 吸収剤上流側と下流側の NO_x 濃度差を監視することにより、上流側の NO_x 濃度の変動にかかわらず NO_x 吸収剤の吸収能力の変化を検出することができる。

【0053】図 7においてルーチンがスタートすると、ステップ 701 から 705 では図 4、ステップ 401 から 405 と同様なカウンタ C の操作が行われる。次いで、ステップ 707 と 709 では下流側 NO_x センサ 20 と上流側 NO_x センサ 25 とから、それぞれ下流側 NO_x 濃度 N_{RD} と上流側 NO_x 濃度 N_{RU} とが読み込まれ、ステップ 711 では上記により読み込んだ N_{RD} と N_{RU} との差 ΔNR が計算される。

【0054】次いでステップ 713 では ΔNR が所定値

ΔNR_1 以下か否かが判定される。 $\Delta NR > \Delta NR_1$ である場合、すなわち下流側NO_x濃度が上流側NO_x濃度に較べて充分に低い場合はNO_x吸収剤18の吸収能力がまだ低下していないため、そのままルーチンを終了する。一方、 $\Delta NR \leq \Delta NR_1$ である場合にはNO_x吸収剤18のNO_x吸収能力が所定値以下に低下しているため、ステップ7.15でカウンタCの値がC₁以下か否かを判定する。また、ステップ7.15でC≤C₁の場合は、NO_x吸収剤の吸収能力の低下が短時間で生じており、NO_x吸収剤18が劣化したと考えられるため、ステップ7.17に進みアラームフラグALMをセット(=1)してルーチンを終了する。なお、上記所定値 ΔNR_1 及びC₁の値はNO_x吸収剤の種類、サイズ等により異なり、実験等により決定することが好ましい。また、図7の他の操作は図4のルーチンと略同様なので、ここでは説明を省略する。

【0055】上記実施例では、上流側NO_x濃度と下流側NO_x濃度との差 ΔNR を監視することにより、NO_x吸収剤の吸収能力を判定しているが、濃度の差 ΔNR 以外のパラメータを用いてNO_x吸収剤の吸収能力を判定することも可能である。例えば、下流側NO_x濃度NRDと上流側NO_x濃度NRUとの比RNR=NRD/NRUによりNO_x吸収剤の吸収能力を判定することも可能である。すなわち、上記濃度比RNRは、流入する排気中のNO_xのうち吸収されずに下流側に流出するNO_xの割合を表すため、濃度比RNRが増大した場合はNO_x吸収剤の吸収能力が低下したことを意味している。そこで、濃度の差 ΔNR が所定値以下になるまでの時間を検出する代わりに、上記濃度比RNRが所定値R_{NR1}(例えば0.8程度)以上になるまでの時間を検出することによりNO_x吸収剤の劣化の有無を判定してもよい。

【0056】図8は濃度比RNRによるNO_x吸収剤劣化判定ルーチンのフローチャートを示す。図8のルーチンでは、NO_x吸収剤下流側と上流側のNO_x濃度の比RNRを計算し(ステップ8.11)、RNRが所定値R_{NR1}以上(ステップ8.13)になったときに再生終了時からの経過時間Cが所定値C₀以下である場合に(ステップ8.15)、NO_x吸収剤18が劣化したと判定してアラームフラグALMをセット(=1)している。なお、図8の他のステップは図7のルーチンと略同様であるためここでは詳細な説明は省略する。

【0057】ところで、図6から図8の実施例ではNO_x吸収剤18の上流側排気通路に設置した上流側NO_xセンサ25により、NO_x吸収剤18の上流側のNO_x濃度を検出していたが、NO_x吸収剤の上流側NO_x濃度は、すなわち機関から排出される排気ガス中のNO_x濃度である。また、機関から排出される排気ガスのNO_x濃度は機関負荷と吸入空気量などの機関運転条件により決定される。そこで、上記のようにNO_x吸収剤18

上流側にNO_xセンサ25を設けず機関運転条件からNO_x吸収剤上流側のNO_x濃度を算出することも可能である。

【0058】この場合、予め機関吸気圧力PM(すなわち機関負荷)と回転数N(すなわち吸入空気量)とをえた条件下で機関の排気中のNO_x濃度RN_Uを実測して、吸気圧力PMと回転数Nとの関数として、NO_x濃度RN_Uを図9に示すような形式の数値テーブルの形で制御回路3.0のROM3.2に格納しておき、図7ステップ7.09と図8ステップ8.09では、NO_xセンサ25からNO_x吸収剤18上流側NO_x濃度を読み込む代わりに、吸気圧センサ15と回転数センサ21とから、それぞれ機関吸気圧PMと機関回転数Nとを読み込んで、ROM3.2に格納した図9の数値テーブルから上流側NO_x濃度RN_Uを読み出すようにすれば良い。

【0059】このように、機関運転条件からNO_x吸収剤上流側のNO_x濃度を算出するようにすることにより、NO_x吸収剤上流側のNO_xセンサ25を省略して装置を簡素化することが可能となる。

【0060】

【発明の効果】請求項1から3に記載の本発明によれば、再生終了後のNO_x吸収剤下流側排気中のNO_x濃度の変化を監視することにより、従来困難であったNO_x吸収剤の劣化検出を容易に行うことが可能となる。また、請求項4から8に記載の本発明によれば、再生終了後のNO_x吸収剤上流側と下流側の排気中のNO_x濃度を監視することにより、機関運転条件の変化にかかわらず正確にNO_x吸収剤の劣化を検出することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のNO_x吸収剤の劣化検出方法を説明する図である。

【図2】本発明の排気浄化装置を適用する内燃機関の一実施例の概略図である。

【図3】NO_x吸収剤のNO_xの吸放出作用を説明する図である。

【図4】図2の実施例のNO_x吸収剤の劣化検出操作の一例を示すフローチャートである。

【図5】図2の実施例のNO_x吸収剤の劣化検出操作の一例を示すフローチャートである。

【図6】本発明の排気浄化装置を適用する内燃機関の他の実施例の概略図である。

【図7】図6の実施例のNO_x吸収剤の劣化検出操作の一例を示すフローチャートである。

【図8】図6の実施例のNO_x吸収剤の劣化検出操作の一例を示すフローチャートである。

【図9】機関排気中のNO_x濃度を表す数値テーブルの形式を示す図である。

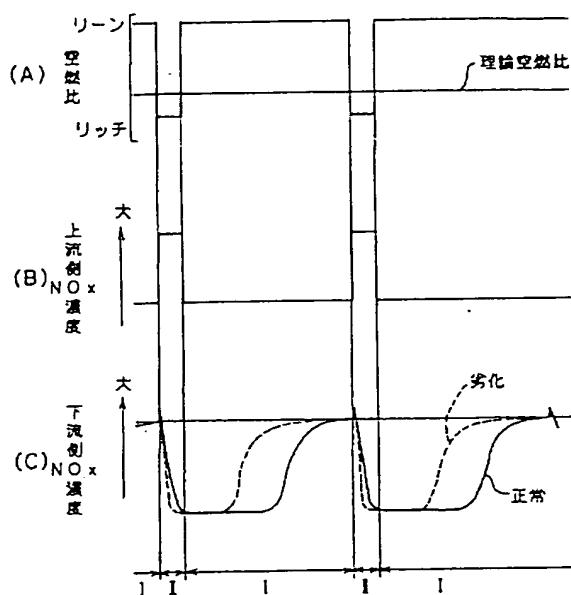
【符号の説明】

1…内燃機関

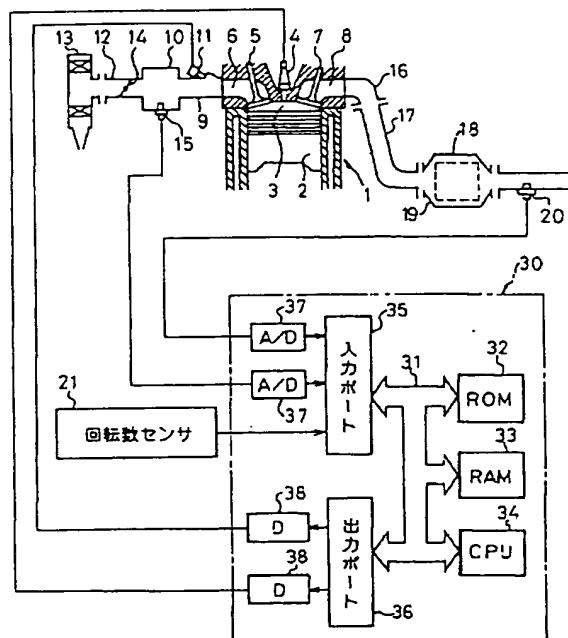
17…排気通路
18…NO_x 吸収剤

20、25…NO_x センサ
30…制御回路

【図1】

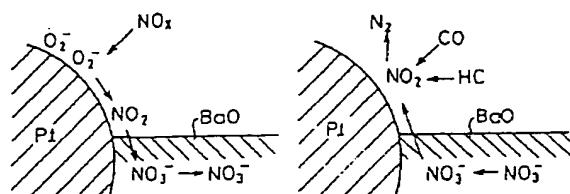


【図2】

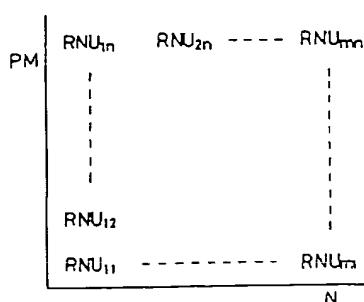


【図3】

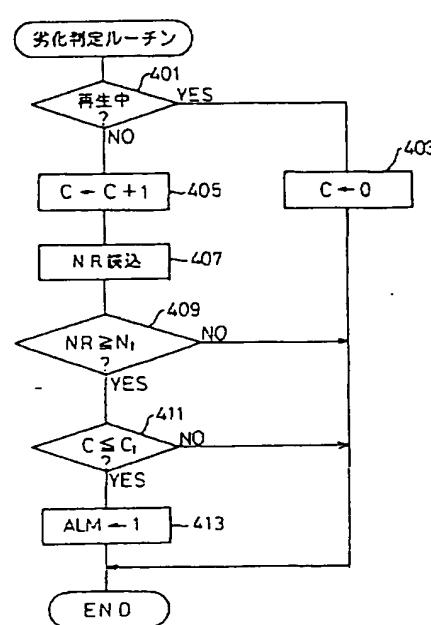
(A) (B)



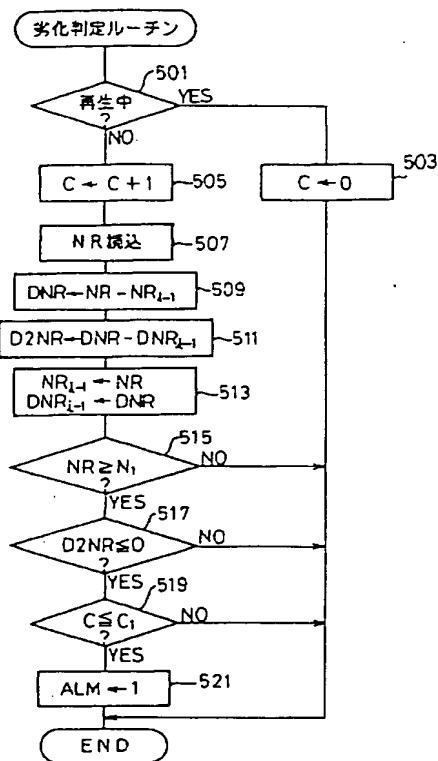
【図9】



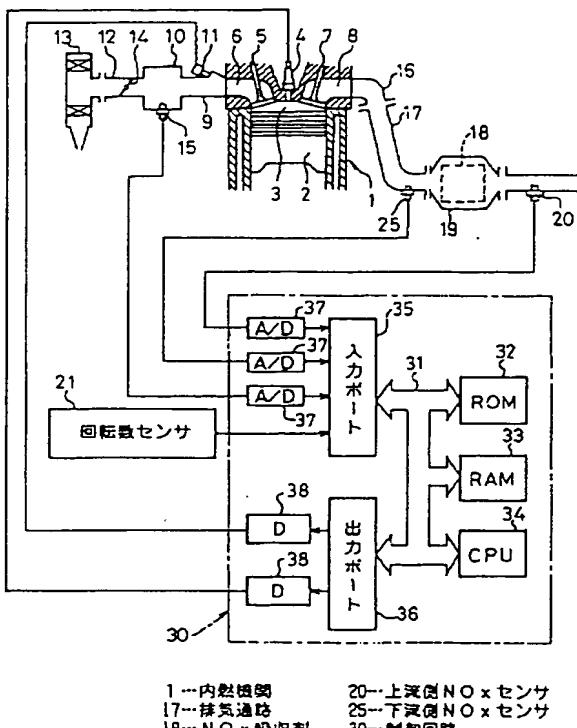
【図4】



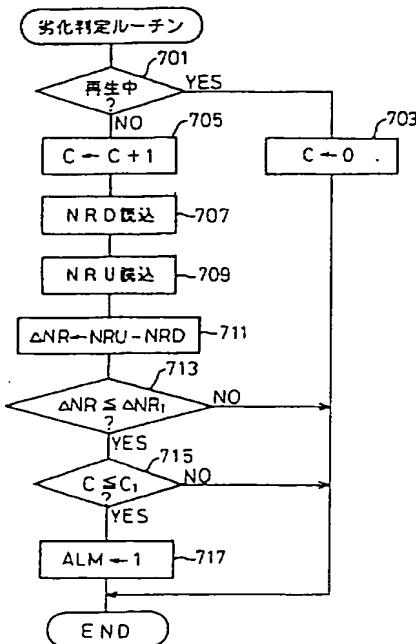
【図5】



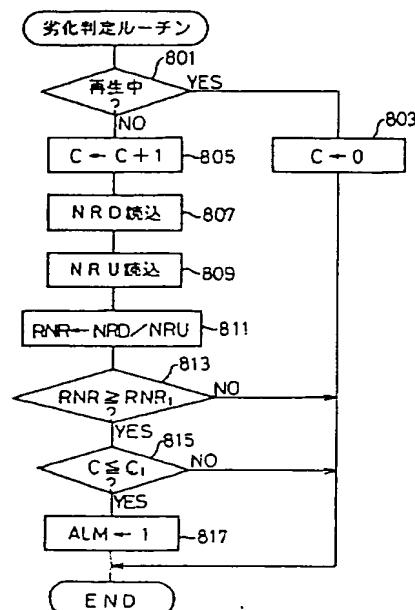
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 井口 哲

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動
車株式会社内